

УКРАЇНСЬКИЙ  
БОТАНІЧНИЙ  
ЖУРНАЛ

## Геоботаніка, екологія, охорона рослинного світу

Я.П. ДІДУХ<sup>1</sup>, І.В. ХОМ'ЯК<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України  
вул. Терещенківська, 2, МСП-1, Київ, 01001  
[didukh@botany.kiev.ua](mailto:didukh@botany.kiev.ua)

<sup>2</sup>Житомирський державний університет ім. І. Франка  
вул. В. Бердичівська, 51, Житомир 10001  
[khomyak@zdu.edu.ua](mailto:khomyak@zdu.edu.ua)

### ОЦІНКА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ЕКОТОПІВ ЗАЛЕЖНО ВІД СТУПЕНЯ ЇХ ГЕМЕРОБІЇ (НА ПРИКЛАДІ СЛОВЕЧАНСЬКО- ОВРУЦЬКОГО КРЯЖУ)

*К л ю ч о в і с л о в а: енергетичний потенціал, Словечансько-Овруцький кряж, гемеробія, екологічні фактори, рослинність, екосистеми*

#### Вступ

Енергія відіграє ключову роль у функціонуванні екосистем [16]. Енергетичний потенціал є тією рушійною силою, яка визначає вектор розвитку екосистем через удосконалення механізмів накопичення та перетворення енергії, зниження ентропії [9]. Цей висновок, зроблений нами, засвідчує, що дослідження проблем енергетичного балансу екосистем має винятково важливе значення і виводить на питання термодинаміки екосистем.

На даний час відомі і описані загальні закономірності енергетики екосистем, механізм перетворення енергії, розроблена відповідна методика її оцінки в різних складових [16]. Разом з тим конкретні енергетичні показники відповідно до структур екосистеми, залежність цих показників від зміни певних зовнішніх чинників потребують дослідження на широкому і

© Я.П. ДІДУХ,  
І.В. ХОМ'ЯК, 2007

різноманітному матеріалі. Така робота вимагає як проведення складних стаціонарних експериментальних дослідів, так і простіших розрахунків на основі тієї інформації, якою сьогодні володіє наука.

Наша стаття присвячена оцінці зміни показників енергетичного потенціалу залежно від зміни певних екологічних чинників та ступеня їх антропогенної трансформації гемеробії.

### **Матеріали і методи досліджень**

Об'єктом дослідження є екосистеми Словечансько-Овруцького кряжу, які, з одного боку, характеризуються нетиповим для Полісся флористичним складом та едафічними умовами, а з іншого, відзначаються відносно високим для Полісся ступенем різноманітності, пов'язаним з розчленуванням рельєфу, геологічною будовою, а також зміною інших компонентів екосистем, наприклад, властивостей ґрунту, рослинного покриву [3, 20].

Відповідно до поставленої мети ми використовували як стандартні методи польових досліджень, зокрема картування екосистем та ідентифікацію рослинних угруповань за продромусами рослинності України [1, 8, 11, 12, 17–19, 25], так і оригінальну методику оцінки гемеробії екосистем та енергоємності ґрунту, що потребує детальнішого пояснення.

*Методика визначення гемеробії.* Гемеробія визначається як здатність рослин опановувати антропогенно порушені екотопи [21, 24]. З іншого боку, показники гемеробії індукують стан антропогенної трансформації екосистем [4]. Залежно від ступеня трансформації всі екосистеми поділяють на шість класів (а-, оліго-, мезо-, ев-, полі-, метагемеробні), кожен з яких складається з трьох підкласів. Оскільки гемеробність відображає сумарний антропогенний вплив, то виділяємо 12 основних факторів, котрі відображають найпоширеніші форми людської діяльності на досліджуваній території. Разом з тим кожен фактор, як і їхня сумісна чи комплексна дія, має різний ступінь впливу на трансформацію екосистем, їх відновлення, що знайшло відображення у класифікації екосистем, запропонованій Б.В. Виноградовим [5] (табл. 1).

Для обрахунку показників гемеробності використовують два підходи. Перший полягає у фітоіндикаційній оцінці певних антропогенних змін екосистем, пов'язаних з певним видом антропогенного впливу [4, 11].

Гемеробія відображає кумуючу дію різних антропогенних чинників — між деякими з них може бути не лише прямий, а й зворотний лінійний зв'язок або вони можуть бути незалежними. При цьому методика індикації зміни окремих чинників ще не відпрацьована.

Другий підхід полягає у суб'єктивній оцінці ступеня гемеробності за станом екосистем. З цією метою визначають усі види загроз від людської діяльності, що впливають на стан екосистем, кожен з яких ділять на три категорії — за їхньою силою. Кожна загроза в остаточному підсумку проявляється в різній результуючій дії, яка оцінюється на основі стану поруше-

Таблиця 1. Шкала оцінки гемеробії екосистем Словечансько-Овруцького кряжу

Вид діяльності	Сила впливу	а-			оліго-			мезо-		
	бали	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Витоптування	слабке сильне повне				+	+	+	+	+	+
Збір організмів	спонтанний періодичний масовий					+	+	+	+	+
Випасання	спонтанне періодичне постійне					+	+	+	+	+
Вирубка	спонтанна періодична масова					+	+	+	+	+
Викошування	спонтанне періодичне масове					+	+	+	+	+
Випалювання	поверхневе помірне суцільне					+	+	+	+	+
Насадження	місцевих видів інтродуцентів I типу інтродуцентів II типу							+	+	+
Меліорація	слабка середня сильна							+	+	+
Оранка	спонтанна періодична масова							+	+	+
Гірничі роботи	відвали кар'єри рихлих порід кар'єри кристалічних порід									+
Біоциди	спонтанне використання проти одного виду бур'янів широкого спектра дії									
Забудівля	тимчасові інженерні споруди допоміжні інженерні споруди постійні будівлі									

еу-			полі-			мета-		
10	11	12	13	14	15	16	17	18
+	+	+						
			+	+	+			
+	+							
+	+							
+	+							
+	+							
+		+	+	+				
+		+						
+	+	+						
+	+	+	+	+	+			
+	+	+	+	+				
+	+		+	+		+	+	+
+	+	+		+	+			
+	+	+		+	+		+	+
+	+	+	+	+	+			

ності та відновлення екосистем. Для кількісної оцінки впливу загроз ми пропонуємо 18-бальну шкалу (табл. 2). Для подальшого розрахунку отриманих даних використовуються формули кількісної оцінки гемеробії ( $He$ ) [22–24] за середнім значенням бальних показників кожного з 12 видів діяльності (загроз):

$He = \sum kf / n$ , де  $kf$  — середнє значення гемеробності (у балах) кожного виду діяльності ( $I_{max} - I_{min} / 2$ , де  $I$  — бальне значення гемеробності, відповідно,  $max$ ,  $min$ ;  $n$  — число загроз,  $f_{max} = 12$ ).

У даній роботі для розрахунку бальної оцінки гемеробності було застосовано останній підхід.

*Методика визначення енергії гумусу.* Існує кілька підходів до розрахунку енергії гумусу, що відображає його енергетичний запас у ґрунті, за винятком живих організмів (підземні частини рослин, підземна фауна, мікроорганізми, мікобіота тощо), які хоча і впливають на ґрунтоутворні процеси, але належать до власне біотичної складової [2, 5 – 7, 13, 14]. Запаси гумусу ми оцінювали за даними О.К. Медведовського та П.І. Іванченка [15], котрі наводять вміст гумусу в 20-сантиметровому шарі різних типів ґрунтів. Враховуючи те, що підстилка, опад (горизонт А для автогенних сірих лісових та дерново-підзолистих ґрунтів) має слаборозкладену органіку і вміст гумусу в ній низький, то ми віднесли її до біотичного блоку і в розрахунках не використовували.

У гідрогенних типах ґрунтів з різним ступенем оглеєння гумус знаходиться у горизонтах А1 і А2, дер-

**Таблиця 2. Коефіцієнт перерахунку енергозапасу залежно від ступеня змитості**

Ступінь змитості	Коефіцієнт перерахунку		
	Рілля	Пасовища і сінокоси	Ліси і чагарники
Не змиті	1	1	1
Слабозмиті	0,6	0,84	0,85
Середньозмиті	0,4	0,68	0,68
Сильнозмиті	0,2	0,59	0,63

**Таблиця 3. Коефіцієнт перерахунку енергозапасу залежно від вмісту кам'янистої фракції**

Ступінь кам'янистості	Коефіцієнт перерахунку
Слабокам'янисті	0,8
Середньокам'янисті	0,5
Сильнокам'янисті	0,3

**Таблиця 4. Коефіцієнт перерахунку енергозапасу залежно від ступеня розкладання органіки**

Ступінь розкладання органіки	Коефіцієнт перерахунку
Нерозкладена	0,15
Дуже слабозрозкладена	0,2
Слабко розкладена	0,25
Середньорозкладена	0,3
Добре розкладена	0,45
Сильнорозкладена	0,55
Дуже сильнорозкладена	1

**Таблиця 5. Коефіцієнт перерахунку енергозапасу залежно від оглеєння ґрунту**

Тип ґрунтів за оглеєнням	Коефіцієнт перерахунку
Глейові	1,19
Глибокоглейові	0,8
Сильноглейові	1,23
Глеюваті	1,1
Глевкати	1,02
Неоглеєні	1
Слабоповерхнево оглеєні	1,15
Неглибокоглейові	1,25

**Таблиця 6. Коефіцієнт перерахунку енергозапасу залежно від механічного складу ґрунту**

Класифікація ґрунтів за механічним складом	Коефіцієнт перерахунку
Середньосуглинкові	1,25
Легкосуглинкові	1,22
Супішані	1
Глинисто-піщані	0,92
Піщані	0,84

ново-карбонатних — у горизонті В, для торфоболотних — Т1, тому вміст гумусу в цих горизонтах враховується при відборі проб. Енергоємність гумусу розраховували за формулою  $E_c = PQ$ , де Р — запас гумусу в ґрунті (т/га); Q — питомий енергетичний потенціал гумусу: 23,045 ГДж/га = 23045 МДж/га. Для точнішої оцінки енергозапасів враховували поправки на змитість, кам'янистість, оглеєння і ступінь розкладання торфу шляхом введення

відповідних коефіцієнтів [5, 6] (таблиці 2—6).

Враховуючи всі названі поправки, визначали енергозапас ґрунту за формулою:

$E = E_c \cdot K_z \cdot K_k \cdot K_o \cdot K_m$  (для торфоболотних —  $E_c \cdot K_z \cdot K_k \cdot K_o \cdot K_m \cdot K_p$ ; для виходів корінних порід —  $E_c \cdot K_m$ ), де Е — енергозапас ґрунту,  $E_c$  — енергозапас гумусу певного типу ґрунту (табл. 7).

Таблиця 7. Характеристика енергозапасу ґрунтів

Вид ґрунту	Енергозапас шару 0 – 20 см, млн Мдж/га
сучасні руслові відклади, намиті лучні ґрунти супіщані	0,045
ясно-сірі і сірі опідзолені слабозмиті супіщані	1,02
виходи кристалічних порід	0,015
ясно-сірі і сірі опідзолені слабозмиті легкосуглинкові	1,547
виходи рихлих порід піщаних	0,03
ясно-сірі і сірі опідзолені глейові супіщані	1,36
виходи рихлих порід глинисто-піщаних	0,045
ясно-сірі і сірі опідзолені глейові легкосуглинкові	2,002
виходи рихлих порід супіщаних	0,06
ясно-сірі і сірі опідзолені сильноповерхнево оглеєні легкосуглинкові	2,002
виходи рихлих порід легкосуглинкових	0,075
ясно-сірі і сірі опідзолені глеюваті супіщані	1,275
намиті лучні ґрунти легкосуглинкові, опідзолені та дерново-підзолисті ґрунти супіщані	0,75
ясно-сірі і сірі опідзолені глеюваті легкосуглинкові	1,911
намиті лучні ґрунти легкосуглинкові слабокам'янисті	0,6
ясно-сірі і сірі опідзолені супіщані на лесах, підстелених пісками	1,02
намиті опідзолені та дерново-підзолисті ґрунти легкосуглинкові	0,725
ясно-сірі і сірі опідзолені супіщані	1,19
дернові глейові карбонатні ґрунти супіщані	0,725
ясно-сірі і сірі опідзолені слабокам'янисті супіщані	0,901
дернові глейові карбонатні ґрунти легкосуглинкові	0,875
ясно-сірі і сірі опідзолені легкосуглинкові	1,82
дернові глейові карбонатні, виходи рихлих порід	0,75
ясно-сірі і сірі опідзолені слабокам'янисті легкосуглинкові	1,7654
дернові глейові осушені глинисто-піщані	0,45
ясно-сірі і сірі опідзолені слабокам'янисті середньосуглинкові	1,4088
дернові глейові осушені супіщані	0,525
дерново-підзолисті поверхневооглеєні супіщані	1,525
дернові глейові осушені легкосуглинкові	0,6
дерново-підзолисті поверхневооглеєні легкосуглинисті	2,115
дернові глейові осушені легкосуглинкові слабокам'янисті	0,45
дерново-підзолисті глейові осушені піщані	1,4077
дернові глейові осушені середньосуглинкові	0,675

Вид ґрунту	Енергозапас шару 0 – 20 см, млн Мдж/га
дерново-підзолисті глейові осушені глинисто-піщані	1,2903
ясно-сірі і сірі опідзолені середньозмиті середньокам'яністі супіщані	0,408
дерново-підзолисті глейові осушені супіщані	1,4546
дерново-підзолисті глейові осушені середньокам'яністі супіщані	0,7038
дерново-підзолисті глейові осушені легкосуглинисті	1,7596
дерново-підзолисті сильнозмиті супіщані	0,7508
дерново-підзолисті глейові середньокам'яністі глинисто-піщані	0,6804
дерново-підзолисті середньозмиті супіщані	0,8211
дерново-підзолисті сильноглейові середньокам'яністі супіщані	1,0323
дерново-підзолисті середньозмиті легкосуглинисті	1,0558
дерново-підзолисті глейові піщані	1,22
дерново-підзолисті слабозмиті легкосуглинкові	1,478
дерново-підзолисті глейові глинисто-піщані	1,3373
дерново-підзолисті слабоповерхнево оглеєні глинисто-піщані	1,2903
дерново-підзолисті глейові середньокам'яністі глинисто-піщані	0,7038
дерново-підзолисті слабоповерхнево оглеєні супіщані	1,4077
дерново-підзолисті глейові супіщані	1,4546
дерново-підзолисті слабоповерхнево оглеєні легкосуглинисті	1,6423
дерново-підзолисті глейові легкосуглинисті	1,7596
дерново-підзолисті глейові супіщані у поєднанні з болотними (30 – 50%) глинисто-піщаними	1,4546
дерново-підзолисті глейові середньокам'яністі глинисто-піщані	0,3754
дерново-підзолисті глейові супіщані у поєднанні з болотними (30 – 50%) супіщані	1,4546
дерново-підзолисті глейові середньокам'яністі супіщані	0,7273
дерново-підзолисті глейові супіщані у поєднанні з болотними	1,525
дерново-підзолисті глейові середньокам'яністі супіщані	0,7273
дерново-підзолисті сильноглейові піщані	1,2669
дерново-підзолисті супіщані	1,22
дерново-підзолисті сильноглейові глинисто-піщані	1,3842
дерново-підзолисті глеюваті на суглинкових відкладах піщані	1,1027
дерново-підзолисті сильноглейові супіщані	1,5015
дерново-підзолисті глеюваті на суглинкових відкладах глинисто-піщані	1,1731
дерново-підзолисті сильноглейові легкосуглинисті	1,8535
дерново-підзолисті глеюваті на суглинкових відкладах супіщані	1,3373
дерново-підзолисті сильноглейові	1,5015

Вид ґрунту	Енергозапас шару 0 – 20 см, млн Мдж/га
дерново-підзолисті глеюваті на суглинкових відкладах легкосуглинисті	1,525
дерново-підзолисті сильноглейові середньокам'янисті супіщані	0,7508
дерново-підзолисті глеюваті на суглинкових відкладах середньокам'янисті супіщані	0,6804
дерново-підзолисті глевкаті на піщаних і супіщаних відкладах піщані	1,0558
дерново-підзолисті неоглеєні на суглинкових відкладах легкосуглинкові	1,4077
дерново-підзолисті глевкаті на піщаних і супіщаних відкладах глинисто-піщані	1,1262
дерново-підзолисті неоглеєні на суглинкових відкладах середньокам'янисті супіщані	0,6335
дерново-підзолисті глевкаті на піщаних і супіщаних відкладах супіщані	1,2903
дерново-підзолисті неоглеєні на супіщаних відкладах та підстелені суглинками глибше 1 м супіщані	1,2903
дерново-підзолисті глевкаті на піщаних і супіщаних відкладах легкосуглинисті	1,4546
дерново-підзолисті неоглеєні на супіщаних відкладах та підстелені суглинками глибше 1 м легкосуглинкові.	1,3373
дерново-підзолисті глевкаті на піщаних і супіщаних відкладах середньокам'янисті глинисто-піщані	0,5865
дерново-підзолисті неоглеєні на піщаних відкладах піщані	0,9854
дерново-підзолисті неоглеєні на суглинкових відкладах супіщані	1,2903
дерново-підзолисті неоглеєні на піщаних відкладах глинисто-піщані	1,1027
дерново-підзолисті підстелені елювієм кристалічних порід з глибиною 0,5 – 1 м глинисто-піщані	0,5162
дерново-підзолисті неоглеєні на піщаних відкладах супіщані	1,1731
дерново-підзолисті підстелені елювієм кристалічних порід з глибиною 0,5 – 1 м супіщані	0,6335
дерново-підзолисті неоглеєні на піщаних відкладах легкосуглинкові	1,2435
дерново-підзолисті підстелені елювієм кристалічних порід з глибиною 0,5 – 1 м середньокам'янисті глинисто-піщані	0,2815
дерново-підзолисті неоглеєні на піщаних відкладах середньокам'янисті глинисто-піщані	0,5631
дерново-підзолисті малорозвинені сильнокам'янисті глинисто-піщані на елювії кристалічних порід	0,1173
дерново-підзолисті дефльовані піщані	0,5162
дерново-приховано підзолисті на перевіяних пісках глинисто-піщані	0,2346
дерново-підзолисті дефльовані глинисто-піщані	0,6335
дерново-приховано підзолисті на перевіяних пісках піщані	0,3519



Зауважимо, що отримані за цим методом показники енергозапасу загалом близькі до даних, одержаних на основі розрахунку енергозапасу через вміст вуглецю [10].

Для встановлення кореляції між зміною енергоємності ґрунту та відповідних екофакторів використовували метод непрямої ординації [11].

### Результати досліджень та їх обговорення

На основі аналізу антропогенного впливу ми виділили 12 його видів, найхарактерніших для Словечансько-Овруцького кряжу, які розглядаємо як типи загроз. За силою впливу антропогенного фактора кожен з видів господарської діяльності розподіляється на три типи (табл. 1).

Кожен вид діяльності ми пропонуємо оцінювати за бальними показниками (від 1 до 18) залежно від результатів цього впливу на рослинний покрив, можливість і швидкість його відновлення (табл. 1).

На основі даних таблиці за описаним вище методом ми розраховували показники гемеробності для різних типів екосистем. Різні території Словечансько-Овруцького кряжу характеризуються різним ступенем антропогенних змін, що відображено на карті (рис. 1).

Від західної частини кряжу, яка відзначається бідними дерново-підзолистими ґрунтами на піщаних та кам'янистих відкладах і покрита добре збереженими сосновими лісами, до східної частини з родючими сірими лісовими ґрунтами на лесових породах, де дубово-грабові ліси були вирубані, а територія окультурена, розорана, загальна картина гемеробності змінюється від оліго- до еугемеробних. Полі-, метагемеробні екотопи, як і агемеробні, трапляються локально і в даному масштабі карт їх виділити неможливо.

Наступне завдання полягало в тому, щоб оцінити залежність показників гемеробії від різних екологічних факторів. На основі методики непрямої ординації та фітоіндикації [11] встановлено, що рівень багатства і вологості ґрунту (*Hd*) впливає на ступінь порушеності та відновлюваності екосистем, тобто показники гемеробії. Аналіз розподілу угруповань на рівні окремих класів засвідчив: існує пряма лінійна залежність між збільшенням вмісту карбонатів у ґрунтах (*Ca*), що пов'язано з підвищенням родючості ґрунтів, та наростанням гемеробії (рис. 2, *a—e*). Лише окремі угруповання класів *Scheuchzeria — Caricetea nigrae* (Nordh. 1937) R. Tx. 1937 та *Artemisietea vulgaris* Lohm. Prsg et R. Tx. in R. Tx. 1950 не підпорядковані такій закономірності, що пояснюється, можливо, їх недостатньою репрезентативністю. Аналогічна картина прямолінійної залежності спостерігається щодо змін кислотності ґрунтів (*Rc*) та гемеробністю (*He*) (рис. 3, *a—e*).

Що стосується показників вологості ґрунтів (*Hd*), то такої закономірності в межах окремих класів не виявлено. Лише сухі трав'янисті угруповання характеризуються прямолінійною залежністю змін (*Koeleria — Corynephoretea*, *Nardo — Callunetea*) (рис. 4, *a—e*). Встановлено, що чим сушішим і менш щільним є ґрунт (сухі піски), тим екосистема швидше руйнується і втрачає

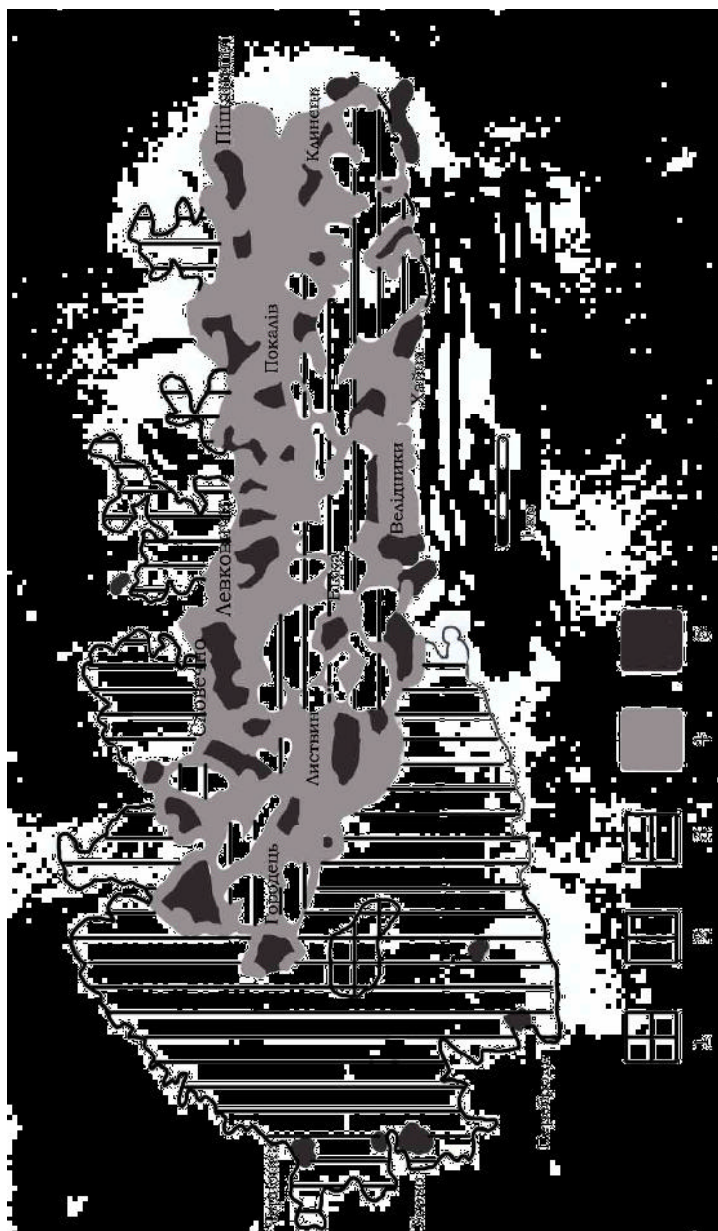


Рис. 1. Карта гемеробності екосистем Словечансько-Овруцького кряжу. Умовні позначення екосистем: 1 – агемеробні екосистеми з присутністю олігогемеробних; 2 – олігогемеробні екосистеми; 3 – олігогемеробні екосистеми з присутністю мезогемеробних; 4 – еугемеробні екосистеми з присутністю мезогемеробних екосистем; 5 – еугемеробна та полігемеробні екосистеми

Fig.1. Map of the ecosystem hemerobity of the Slovechansko-Ovrucko ridge. Legend. Symbols indicate of ecosystems: 1 – ahemerobical ecosystems with presence of oligohemerobical; 2 – oligohemerobical ecosystems; 3 – oligohemerobical ecosystems with presence of mesohemerobical; 4 – euhemerobical ecosystems with presence of mesohemerobical and pollihemerobical ecosystems

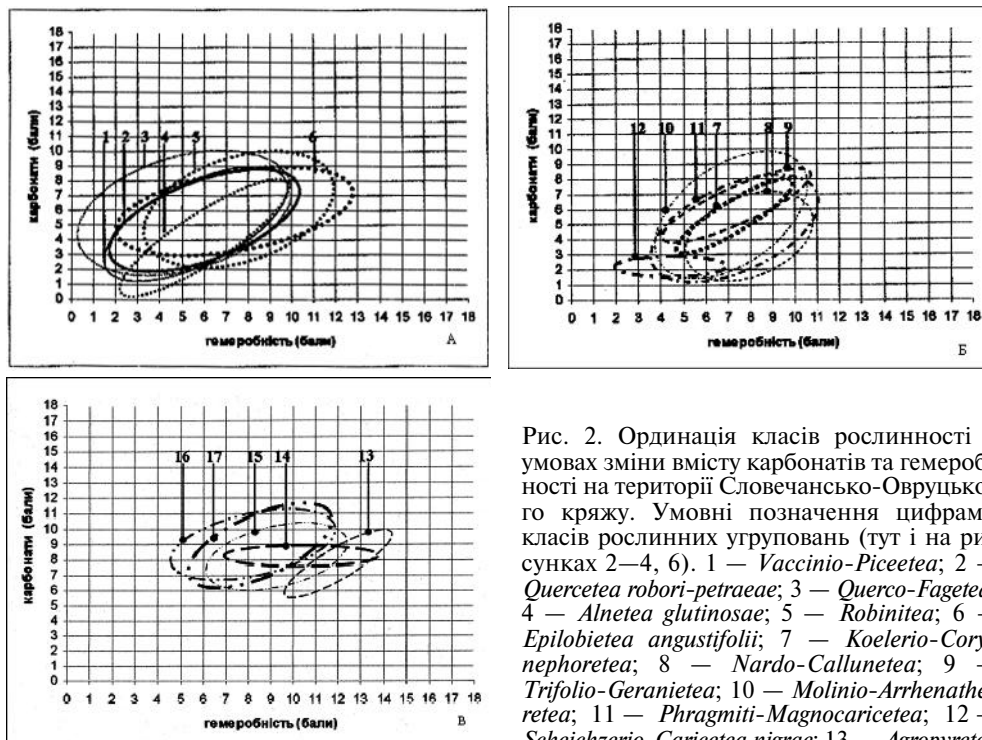


Рис. 2. Ординація класів рослинності в умовах зміни вмісту карбонатів та гемеробності на території Словечансько-Овруцького кряжу. Умовні позначення цифрами класів рослинних угруповань (тут і на рисунках 2—4, 6). 1 — *Vaccinio-Piceetea*; 2 — *Quercetea robori-petraeae*; 3 — *Querceto-Fagetea*; 4 — *Alnetea glutinosae*; 5 — *Robinetea*; 6 — *Epilobietea angustifolii*; 7 — *Koelerio-Corynephoretea*; 8 — *Nardo-Callunetea*; 9 — *Trifolio-Geranietea*; 10 — *Molinio-Arrhenatheretea*; 11 — *Phragmiti-Magnocaricetea*; 12 — *Scheuchzerio-Caricetea nigrae*; 13 — *Agropyretea intermedio-repentis*; 14 — *Artemisietea vulgaris*; 15 — *Plantagenetea majoris*; 16 — *Secalitea*; 17 — *Stellarietea mediae*. А — лісові угруповання; Б — трав'янисті природні угруповання; В — ценози антропогенного походження

Fig. 2. Ordination of vegetation classes by the gradient of soil carbonate content and hemerobity at Slovechansko-Ovruckyy ridge. Legend for vegetation communities (here and on the figures 2—4, 6): 1 — *Vaccinio-Piceetea*; 2 — *Quercetea robori-petraeae*; 3 — *Querceto-Fagetea*; 4 — *Alnetea glutinosae*; 5 — *Robinetea*; 6 — *Epilobietea angustifolii*; 7 — *Koelerio-Corynephoretea*; 8 — *Nardo-Callunetea*; 9 — *Trifolio-Geranietea*; 10 — *Molinio-Arrhenatheretea*; 11 — *Phragmiti-Magnocaricetea*; 12 — *Scheuchzerio-Caricetea nigrae*; 13 — *Agropyretea intermedio-repentis*; 14 — *Artemisietea vulgaris*; 15 — *Plantagenetea majoris*; 16 — *Secalitea*; 17 — *Stellarietea mediae*. A — forest communities; B — grasslands; B — coenoses of anthropogenic origin

структуру, тобто чутливіша, вразливіша до дії антропогенного фактора і гірше відновлюється, а чим вологіша (болото, водойми), тим менш чутливіша і краще відновлюється (рис. 5).

Між показниками енергії гумусу екотопів та гемеробності спостерігається прямолінійна залежність у межах всіх класів, за винятком *Molinio — Arrhenatheretea*, де енергетичні показники змінюються в широких діапазонах, а ступінь гемеробії — від оліго- до евгемеробних (рис. 6, а — в).

Серед природних угруповань найвищими показниками енергії (>4 млн МДж/га = 4000 ГДж/га) характеризуються ґрунти болотних, частково — лучних екосистем (класи *Scheuchzerio — Caricetea nigrae*, *Alnetea glutinosae*, *Molinio — Arrhenatheretea*), збагачені гумусом, градієнт яких має найширшу амплітуду. Найнижчі енергозапаси (<2 млн МДж/га) мають піщані ґрунти трав'янис-

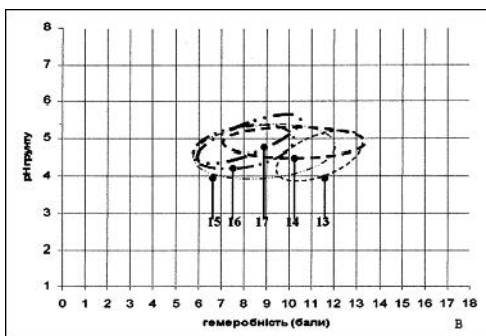
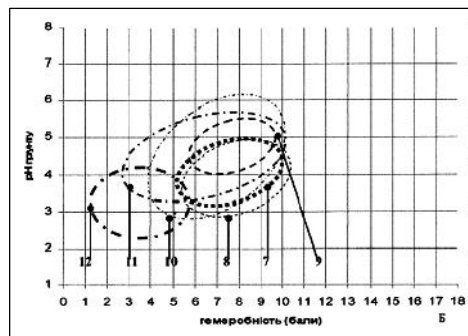
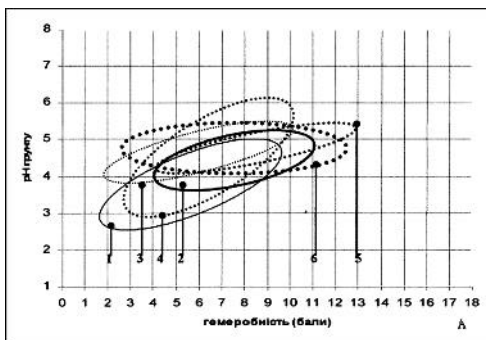


Рис. 3. Ординація класів рослинності в умовах зміни кислотності та гемеробності на території Словечансько-Овруцького кряжу

Fig. 3. Ordination of vegetation classes by the gradient of soil acidity and hemerobity at Slovechansko-Ovrucky ridge

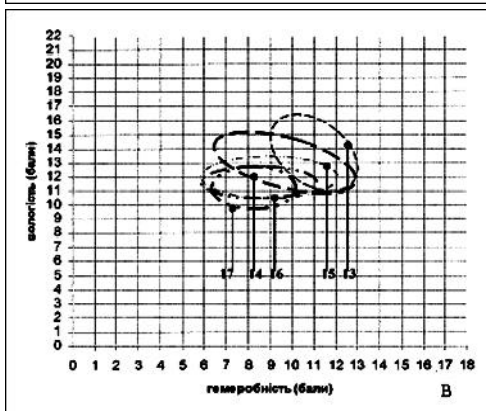
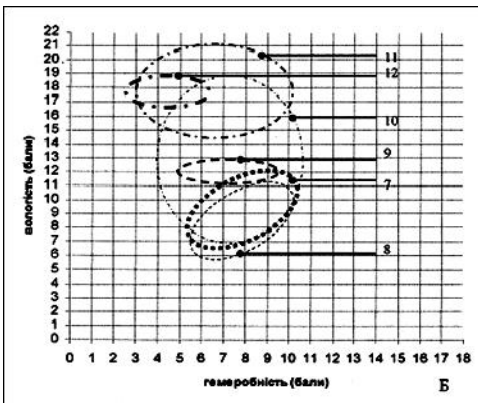
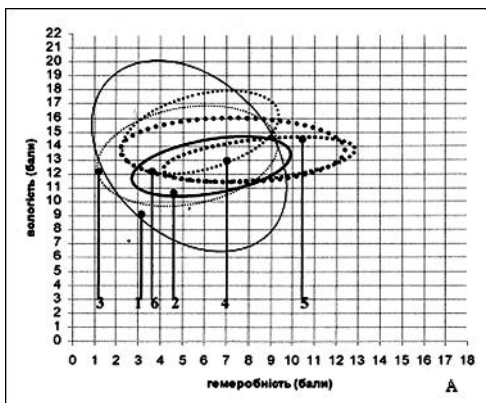


Рис. 4. Ординація класів рослинності в умовах зміни вологості та гемеробності на території Словечансько-Овруцького кряжу

Fig. 4. Ordination of vegetation classes by the gradient of humidity and hemerobity at Slovechansko-Ovrucky ridge

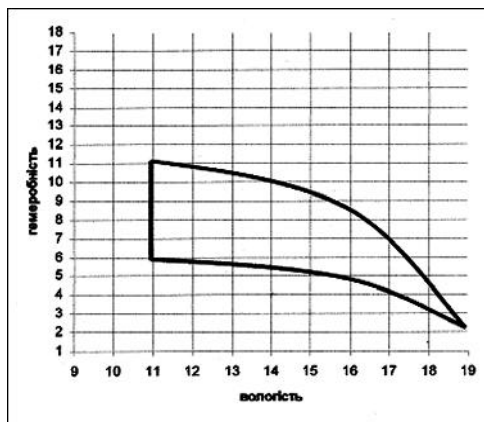


Рис. 5. Залежність ступеня порушеності екотопів від вологості

Fig. 5. Dependence of anthropogenic disturbance of natural habitats on humidity

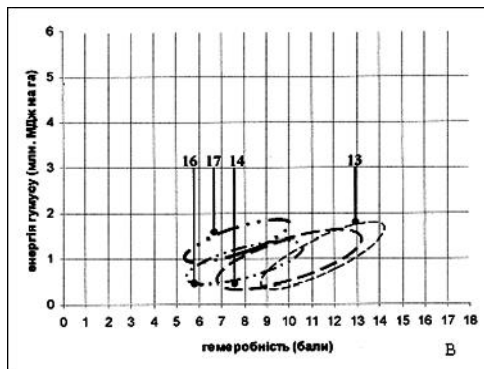
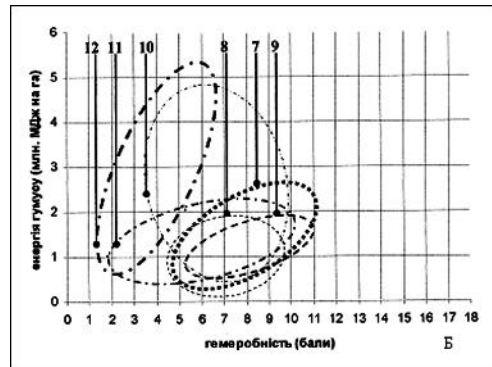
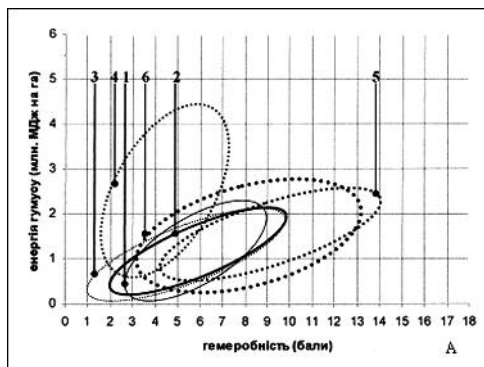


Рис. 6. Ординація класів рослинності в умовах зміни енергії гумусу та гемеробності на території Словечансько-Овруцького кряжу

Fig. 6. Ordination of vegetation classes by the gradient of energy of humus and hemeroby at the area of the Slovechansko-Ovrucky ridge

тих типів екосистем, що формуються у надзвичайно сухих умовах (*Nardo — Callunetea*, *Koelerio — Corynepforetea*). При цьому показники енергії гумусу ґрунтів угруповань антропогенного походження є нижчими, ніж природних, хоча на проміжних етапах (угруповання класів *Robinietea*, *Epilobietea angustifolii*) ці показники досить високі, що пов'язане з мінералізацією азоту (рис. 6). В цілому встановлено, що чим вищий енергозапас ґрунту, тим ширша амплітуда гемеробії, оскільки розширюється діапазон формування сукцесійних

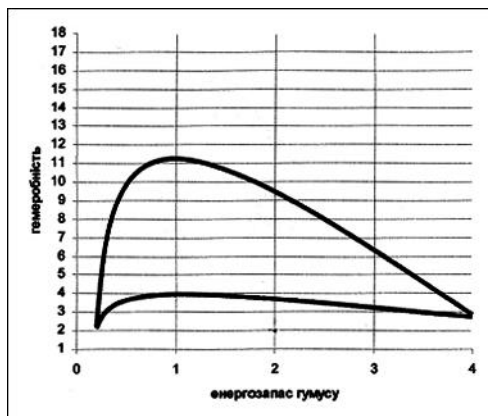


Рис. 7. Залежність ступеня порушеності екотопів від енергозапасу гумусу

Fig. 7. Dependence between the degree of devastation of natural habitats from energy storage of humus

стадій. Зниження енергоемності ґрунту обмежує хід сукцесійних стадій, звужує їхній діапазон, виключає можливість існування окремих ланок. Як результат — системи останнього типу характеризуються нижчими кількісними показниками гемеробності, мають знижений поріг, бо наростання антропогенного впливу швидше досягає критичних порогів і виводить систему за її межі, тому її відновлення ускладнюється.

## Висновки

Проблеми оцінки енергетичних показників залежно від зміни різних екологічних факторів є актуальними, оскільки визначають вектор розвитку екосистем. Це потребує застосування різних методів досліджень — як стандартних, так і нових, оригінальних. Зокрема, в даній роботі увага акцентується на методиці оцінки гемеробності та енергетичного потенціалу екотопів, між зміною показників яких виявлені певні закономірності на прикладі Словечансько-Овруцького кряжу. Запропонована 18-бальна шкала оцінки гемеробії на основі 12 провідних факторів антропогенної діяльності, найхарактерніших для регіону. Встановлено, що ступінь багатства і вологості ґрунту впливає на ступінь порушеності та відновлення екосистем, тобто на показники гемеробії. Чим вища родючість ґрунтів, тим вищі й показники гемеробії, чим сухіші ґрунти, тим вразливіші екосистеми до дії антропогенних чинників і гірше відновлюються. Серед природних екосистем Словечансько-Овруцького кряжу найвищий енергетичний потенціал мають торф'яністі ґрунти боліт (>4 млн МДж/га, максимум — 5,25—6,75 млн МДж/га, середньоглибокі, сильно- та середньорозкладені неосушені), найнижчі — виходи кристалічних порід (0,015 млн МДж/га), піски (<0,1 млн МДж/га), піщані ґрунти під трав'янистими угрупованнями (<2 МДж/га). Енергія гумусу ґрунтів під угрупованнями антропогенного походження нижча, ніж відповідних природних аналогів. Встановлена пряmlinійна залежність між показниками енергетичного потенціалу ґрунту та гемеробії. Чим вищий енергозапас ґрунту, тим ширша амплітуда гемеробії і ширший діапазон формування сук-

цесійних стадій. Зменшення енергоємності ґрунту звужує діапазон можливих стадій сукцесій, виключає їх окремі ланки, знижує критичні пороги існування екосистем, поза межами яких їх відновлення ускладнюється.

Отримані дані потребують детальнішої перевірки на інших типах екосистем, зокрема таких, що репрезентують різну зональність.

1. Андриенко Т.Л., Шеляг-Сосонко Ю.Р. Растительный мир Украинского Полесья в аспекте его охраны. — Киев: Наук, думка, 1983. — 216 с.
2. Афанасьев Т.В., Василенко В.Н., Герешин Г.В. Почвы СССР. — М.: Мысль, 1979. — 381с.
3. Балашов Л.С. Антропогенні зміни, оптимізація, використання та охорона трав'янистої рослинності Полісся і Лісостепу України: Автореф. дис. ... д-ра біол. наук. — К., 1994. — 48 с.
4. Бурда Р.І., Дідух Я.П. Застосування методики оцінки антропогенної толерантності видів вищих рослин при створенні «Екофлори України» // Укр. фітоцен. зб. — 2003. — Сер. С, № 1 (20). — С. 34—44.
5. Виноградов Б.В. Основы ландшафтной экологии. — М.: ГЕОС, 1998. — 418 с.
6. Гаврилюк В.М. Бонитировка почв. — М.: Высш. шк., 1973. — 265 с.
7. Голубев И.Ф. Почвоведение с основами геоботаники. — М.: Колос, 1970. — 440 с.
8. Груздева Л., Яскин А.А. Почвоведение с основами геоботаники. — М.: Агропромиздат, 1991. — 448 с.
9. Дідух Я.П. Теоретичні проблеми еволюції рослинного покриву // Ю.Д. Клеопов та сучасна ботанічна наука. — К.: Фітосоціоцентр, 2002. — С. 12—26.
10. Дідух Я.П. Еколого-енергетичні аспекти у співвідношенні лісових і степових екосистем // Укр. ботан. журн. — 2005. — 62, №4. — С. 455—467.
11. Дідух Я.П., Плюта П.Г. Фітоіндикація екологічних факторів. — К.: Ін-т ботаніки НАН України, 1994. — 280 с.
12. Екофлора України. Т.1. // Під ред. Я.П. Дідуха. — К.: Фітосоціоцентр, 2000. — 284 с.
13. Иовенко Н.Г. Воднофизические свойства и водный режим почв УССР. — М.: Гидрометиздат, 1960. — 224 с.
14. Каркуцієв Г.М. Енергетика різних типів екосистем // Укр. фітоцен. зб. — 2003. — Сер. С, № 1 (20). — С. 44—53.
15. Медведовський О.К., Іванченко П.І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. — К.: Урожай, 1988. — 120 с.
16. Одум Ю. Основы экологии. — М.: Мир, 1975. — 740 с.
17. Соломаха В.А. Синтаксономія рослинності України // Укр. фітоцен. зб. — 1996. — Сер. А, № 4 (5). — 120 с.
18. Шеляг-Сосонко Ю.Р., Андриенко Т.Л., Осычнюк В.В., Дубина Д.В. Основные тенденции антропогенных изменений растительности Украины // Ботан. журн. — 1985. — 70, № 4. — С. 451—463.
19. Якушенко Д.М. Синтаксономія соснових лісів класу Vaccinio-Piceetea Br.-Bl. 1939 Житомирського Полісся // Рослинність хвойних лісів України: Мат-ли роб. наради (Київ, листопад 2003 р.). — К.: Фітосоціоцентр, 2003. — С. 244—271.
20. Якушенко Д.М. Екосистеми Житомирського Полісся: класифікація, територіальна диференціація, охорона: Автореф. дис. .... канд. біол. наук. — К., 2005. — 20 с.
21. Blume H.P., Sukopp H. Okologische Bedeutung anthropogener Bodenveränderungen // Schr. Reihe Vegetationskunde. — 1976. — 10. — S. 75—89.
22. Chmiel J. Flora roślin naczyniowych. Atlas rozmieszczenia roślin. — Poznań: Wyd-wo SORUS, 1993. — 212 s.
23. Jackowiak B., Zukowski W. Mechanisms of Anthropogenic Changes of the Plant Cover. / Poznań: Bogucki Wyd-wo Naukowe, 2000. — S. 31—38.

24. Jackowiak B., Chmiel J., Latowski K. Zbiorowiska segetalne zbozozimych Wielkopolski. Część I. (Segetal communities in winter cereal crops of Wielkopolska. Part I.) // Bad. Fizjogr. Pol. Zach. — Ser. B: Botanika, 40. — Poznań, 1990. — S. 107—120.
25. Matuszkiewicz A. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. — Warszawa: Wyd-wo Naukowe PWN, 2001. — 537 s.

Рекомендує до друку  
Р.І. Бурда

Надійшла 16.10.2006

Я.П. Дидух<sup>1</sup>, И.В. Хомяк<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт ботаники им. М.Г. Холодного НАН Украины, г. Киев

<sup>2</sup>Житомирский государственный университет им. И. Франко

# ОЦЕНКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ЭКОТОПОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТЕПЕНИ ИХ ГЕМЕРОБИИ (НА ПРИМЕРЕ СЛОВЕЧАНСКО-ОВРУЧСКОГО КРЯЖА)

Установлена зависимость территориальной дифференциации экосистем Словечанско-Овручского кряжа от степени их гемеробии. Исследована связь между гемеробностью экосистем и основными эдафическими факторами, а также их энергозапас.

*К л ю ч е в ы е с л о в а:* энергетический потенциал, Словечанско-Овручский кряж, гемеробия, эдафотоп, экотоп, экосистема

Ya. P. Didukh<sup>1</sup>, I.V. Khomyak<sup>2</sup>

<sup>1</sup>M.G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv

<sup>2</sup>Ivan Franko Zhytomyr State University

# ESTIMATION OF POWER POTENTIAL OF ECOTYPES DEPENDING ON A DEGREE THEIR HEMEROBY (FOR EXAMPLE OF THE SLOVECHANSKO-OVRUCHSKY RIDGE)

Dependence of territorial differentiation of ecosystems of the Slovechansco-Ovruchsky ridge is set on a degree their hemeroby. Connection is investigational between hemerob ecosystems and basic edaphically factors.

*К e y w o r d s:* power potential, Slovechansco-Ovruchsky, ridge, hemerob, edafotop, ecotypes, ecosystem